

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 2月19日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-041430

出 願 人
Applicant(s):

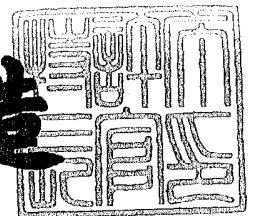
日立金属株式会社



2001年 3月30日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3025102

【書類名】 特許願

【整理番号】 JK00129

【提出日】 平成13年 2月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 21/14

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 5 2 0 0 番地 日立金属株式会社
磁性材料研究所内

【氏名】 増澤 正宏

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 5 2 0 0 番地 日立金属株式会社
磁性材料研究所内

【氏名】 三田 正裕

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 5 2 0 0 番地 日立金属株式会社
磁性材料研究所内

【氏名】 木村 文雄

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 5 2 0 0 番地 日立金属株式会社
磁性材料研究所内

【氏名】 高橋 俊子

【特許出願人】

【識別番号】 000005083

【氏名又は名称】 日立金属株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074848

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 寛

【電話番号】 03-3807-1151

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-159440

【出願日】 平成12年 5月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012564

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006564

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄型永久磁石式発電機及びそれを組み込んだディスク

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板と、その円板の一方の端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石は円板とは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、

前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともにその中間部にコイルが巻回されている固定子とを有するとともに、

発電機厚さ／対角線長さの比が 6 % 以下であることを特徴とする

ディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 2】 前記円板状回転子は、

回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心に固定された円板リング状永久磁石を有し、

その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、

円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁氣的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用することを特徴とする

請求項 1 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 3】 前記軟磁性体円板状ハブ外周が前記円板リング状永久磁石の外周から 0.3 mm 以上突出していることを特徴とする

請求項 2 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 4】 前記各固定子磁極の回転子磁極と対向する側の端部が前記円板リング状永久磁石の中央開口へ半径方向内方に 0.3 mm 以上突出していることを特徴とする請求項 2 あるいは 3 記載のディスクに組み込むことのできる

薄型永久磁石式発電機。

【請求項 5】 前記固定子磁極の回転子磁極と対向する部分の間隙が 0.3 ～ 1.0 mm であることを特徴とする請求項 3 あるいは 4 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 6】 前記磁極歯は回転子磁極と対向する部分とコイルが巻回されている部分との間に段差を有し、その段差量だけ全体厚みを薄くしていることを特徴とする請求項 1 あるいは 2 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 7】 前記磁極歯は段差のところに傾斜部を有していて、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して 30 ～ 60° の角度であることを特徴とする請求項 6 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 8】 前記永久磁石は SmFeN 磁粉あるいは NdFeB 磁粉を含むボンド磁石、あるいは焼結 NdFeB 磁石であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 いずれか記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 9】 前記永久磁石は NdFeB 磁粉を含むボンド NdFeB 磁石であることを特徴とする請求項 8 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 10】 前記軟磁性体円板は回転軸の周りに回転することができるように転がり軸受けによって支えられていることを特徴とする請求項 1 ～ 9 いずれか記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 11】 前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分の硬度を HRC 35 以上としたことを特徴とする請求項 10 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 12】 前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分に U 字溝をつけていることを特徴とする請求項 11 記載のディスクに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機。

【請求項 13】 磁気ディスク形状をしたディスクケースと、

その内部に設けられ、外部駆動機構によって駆動させられる軟磁性体円板状ハブと、そのハブの一方端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石はハブ

とは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、

前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともにその中間部に固定子コイルが巻回されている、前記ディスクケースに固定された固定子とを有するとともに、

発電機厚さ／対角線長さの比が6%以下である薄型永久磁石式発電機を有することを特徴とする

薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【請求項14】 前記円板状回転子は、

回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心円に固定された円板リング状永久磁石を有し、

その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、

円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁氣的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用することを特徴とする

請求項13記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【請求項15】 前記永久磁石の磁化方向厚みがディスク厚みの10%以上30%以下、磁石と固定子磁極間の空隙がディスク厚みの2%以上15%以下であることを特徴とする請求項13あるいは14記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【請求項16】 前記軟磁性体円板状ハブ外周が前記円板リング状永久磁石の外周から0.3mm以上突出していることを特徴とする請求項14あるいは15記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【請求項17】 前記各磁極の回転子磁極と対向する側の端部が前記円板リング状永久磁石の中央開口に半径方向内方に0.3mm以上突出していることを特徴とする請求項14～16いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだ

ディスクット。

【請求項 1 8】 前記固定子磁極の回転子磁極と対向する部分の間隙が 0.3 ～ 1.0 mm であることを特徴とする請求項 1 6 あるいは 1 7 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 1 9】 前記円板リング状永久磁石の外径が 24 ～ 34 mm で、内径が 12 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 4 ～ 1 8 いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 0】 前記磁極歯は回転子磁極と対向する部分とコイルが巻回されている部分との間に段差を有し、その段差量だけ全体の厚みを薄くしていることを特徴とする請求項 1 3 あるいは 1 4 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 1】 前記磁極歯は段差のところに傾斜部を有していて、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して 30 ～ 60° の角度であることを特徴とする請求項 2 0 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 2】 前記永久磁石は SmFeN 磁粉あるいは NdFeB 磁粉を含むボンド磁石、あるいは焼結 NdFeB 磁石であることを特徴とする請求項 1 3 ～ 2 1 いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 3】 前記永久磁石は NdFeB 磁粉を含むボンド NdFeB 磁石であることを特徴とする請求項 2 2 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 4】 前記軟磁性体円板は回転軸の周りに回転することができるように転がり軸受けによって支えられていることを特徴とする請求項 1 3 ～ 2 3 いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 5】 前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分の硬度を HRC 35 以上としたことを特徴とする請求項 2 4 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 2 6】 前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分に U 字溝をつけていることを特徴とする請求項 2 5 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクット。

【請求項 27】 前記円板状回転子の円板状ハブのある端面に、外部駆動機構との係合部を持ち、その係合部は円板状ハブ中央に設けられた中心穴と円板状ハブ面でその中心穴から偏芯した位置に設けられた凹穴からなっていて、

その凹穴は円板状ハブに設けられた通孔とその通孔に続いて永久磁石面に設けられた凹穴とからなっていることを特徴とする請求項 13～26 いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【請求項 28】 前記永久磁石面に設けられた凹穴に軟磁性体からなる底板がはめ込まれていることを特徴とする請求項 27 記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【請求項 29】 ディスクケース内に前記永久磁石式発電機と隣接してメモリーカード挿入スペースがあるとともに、前記永久磁石式発電機の磁極歯の固定子磁極を持っている側の端面が円板状回転子に対して前記メモリーカード挿入スペース側にあることを特徴とする請求項 13～28 いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は永久磁石式発電機に関し、特にフロッピーディスクドライブに挿入取り付けられるディスクに組み込むことができるとともに、そのディスクに磁気カードなどメモリーを組み込んだときに、そのメモリーの入出力電源とすることのできる永久磁石式発電機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

個人の健康診断結果などの情報を IC カードに蓄積しておき、その IC カードを持って医療機関などを訪れたときに、IC カードに入っている情報を基にして医療を行うことができ、また医療を施したときのカルテの内容を IC カードに保管することができる。また、電子マネーとして IC カードを使うことも検討されている。すなわち、IC カードにそれを使用する人の銀行口座、暗証番号、必要により口座の残高を記憶させておき、お金を使うたびに IC カードを経由して銀

行口座との通信決済を行うというものである。

【0003】

またデジタルカメラの撮像情報は比較的情報量が多いので、容量の大きいフラッシュメモリに保管することが提案されている。フラッシュメモリは数メガバイトから10メガバイトの容量を持っているのでデジタルカメラの撮像情報をフラッシュメモリに保管しておき、そのフラッシュメモリをパソコンに接続することによって、パソコンで処理を行うことができ、その結果をフラッシュメモリに蓄積することでMOのような追加の外部記憶装置を必要としないというものである。

【0004】

これらのICカードにしてもフラッシュメモリにしても、それらの入出力装置として独自の機器が必要であり、その必要性のために普及が妨げられている。コンピュータ、特に広く用いられているパソコンの入出力装置としてはフロッピーディスクドライブ特に3.5"フロッピーディスクドライブが一般である。3.5"フロッピーディスクドライブを用いて、ICカードやフラッシュメモリの入出力が行なえると普及にはずみが付くものと考えられる。3.5"フロッピーディスクドライブを用いてICカードやフラッシュメモリなどの入出力を行うことも考えられており、3.5"フロッピーディスクドライブに挿入組み込むことのできるアダプターも提案されている。しかし、3.5"フロッピーディスクドライブはそれに挿入する3.5"ディスク（通常の3.5"フロッピーディスク）との間には情報の入出力用の磁気ヘッドと、フロッピーディスクを300rpmで回転させるための駆動シャフトは付いているが、給電端子は付いていない。そこで、ディスク形状をしたアダプターに組み込まれているCPUの電源として、ボタン型の電池をアダプター内に組み込んで使われている。電池は使用するのに伴い消耗するので、長くとも数ヶ月毎にその取替えが必要である。

【0005】

そこで、このディスク内に発電機を組み込んでおき、3.5"フロッピーディスクドライブの駆動シャフトの回転を用いてその発電機を働かすことができ

れば、極めて有用なものとなり、ICカードなどが広く利用されるようになるものと考えられる。ディスクをICカードなど磁気ストライプを持ったメモリーカードとの間で情報の入出力装置とするには、メモリーカードを入れるためのスペースをディスクに設ける必要がある。メモリーカードの大きさは通常長さ85mm、幅54mm、厚さ0.8mmであり、この厚さはエンボスを見視した厚さなので実際はもう少し厚くなる。このメモリーカードを入れるスペースと永久磁石式発電機をディスク内に設けると、それらが重なるので、3.5"ディスクの厚さ3.5mmのなかで、両面のカバーの厚さ0.2mmが2枚とすると、メモリーカードの厚さが0.8mmで、その出し入れするための余裕を持たせると、発電機の厚さは2mm程度とする必要がある。

【0006】

3.5"ディスクに組み込むことのできる永久磁石式発電機に許された厚さ t は上に述べたように2.0~2.5mmであるが、その大きさ(幅と長さ)は3.5"ディスクの大きさに近い大きさまで許されて、その大きさを対角線長さ d (mm)で表すと、対角線長さ d が90mmとなる。 $t:2.3$ mm、 $d:90$ mmとするとアスペクト比(t/d)は約2.6%である。

【0007】

市販のモータや発電機で厚みの薄いものとして、FDDのスピンダルモータがある。市販の薄型モータを表1に例示し、各々の対角線長さ d 、厚さ t 、アスペクト比(t/d)とともに、モータ用永久磁石のギャップの位置を併せて示している。表1からわかるように、3.5"ディスクに組み込むことのできる発電機のアスペクト比は、一般に用いられている薄型モータや発電機と比べて極めて小さいことがわかる。

【0008】

【表 1】

形式	ギャップ	対角線長さ d[mm]	厚み t[mm]	アスペクト比 t/d[%]
ノートPC用FDDスピンドルモータ	ラジアル	18	4	22.2
"	ラジアル	60	3.2	5.3
"	アキシヤル	40	3	7.5
デスクトップPC用FDDスピンドル	ラジアル	50	5	10.0
"	ラジアル	50	8	16.0
冷却用ファンモータ	ラジアル	30	15	50.0
ディスクに組み込むジェネレータ	アキシヤル	90	2.3	2.6

【0009】

発電機を 3.5" ディスケット内に組み込むことは既に提案されており、日本の特許公報特公平7-86912 号（米国特許第5,159,182 号）や PCT の国際公表公報特表平7-500238号に記載されている。

【0010】

特公平7-86912 号公報には、3.5" ディスケット内に発電機を組み込むことと、その発電機は回転子と固定子とレギュレータを持つと示されているが、その詳しい構成は示されていない。また、特表平7-500238号公報には、3.5" ディスケットに組み込まれた発電機としてはハブとともに回転する永久磁石が付けられていて、この永久磁石の付いたハブはフロッピーディスクドライブの駆動シャフトによって回転させられることが示されている。またこの永久磁石は円筒形をしており、円筒両端面に多数の磁極があるように回転軸方向に磁化されている。固定子ヨークの磁極はこの円筒形永久磁石を挟むように配置されていて、円筒形永久磁石の両側の固定子ヨークの間に固定子コイルが設けられている。

【0011】

特表平7-500238号公報に開示されているような3.5" フロッピーディスクに組み込むことのできる大きさをした永久磁石式発電機で、その円筒形をした回転子永久磁石で円筒両端面に多数の磁極を持つように回転軸方向に磁化されているものを考えてみる。この場合、円筒端面の両側に小さな磁気空隙を介して固定子磁極が配置されている。発電機に許される厚さは2.0～2.5mmなので永久磁石の厚みとしては0.5～0.8mmしか許されない。このように磁極間

寸法の短い磁石では保磁力の大きなものを使っても起磁力の小さなものとなってしまふ。また、円筒形をした永久磁石の両端面が磁気空隙を介して固定子磁極と対向しているので、固定子磁極との機械的な干渉なしに回転子が回転できるようにするには0.数ミリの空隙が必要である。この大きさの空隙を確保するには永久磁石厚さを0.5mmとしても固定子磁極厚さは0.5mm以下となって、磁束を十分に通すことが出来ない。更に特表平7-500238号では、固定子コイルは固定子磁極から離れて設けられているので、磁路が長くなっている。薄い固定子磁極が用いられていることと相まって、磁気抵抗の大きなものとなっているので、必然的に出力の小さな発電機となっていた。

【0012】

これに用いることのできる新しい永久磁石式発電機を持ったディスクットを本出願人は既に提案して特願平10-224051号（米国出願番号第09/369,420号、出願日1999年8月6日、欧州公開特許第EP0978930号A1、公開日2000年2月9日）として出願している。この出願しているディスクットを図13に示している。図のディスクット9はその中央にあるハブ911の周りに永久磁石式発電機90が組み込まれており、外周面に磁極を持った円環状の永久磁石912がハブとともに回転できるようになっている。発電機の固定子92は、回転子91の永久磁石912の外周で、永久磁石912の外周面の磁極との間に磁気空隙を持って設けられており、ディスクット内部に取り付けられている。なお、図13で、95はメモリーカード挿入スペース、96はカードコンタクト端子、97は入出力ターミナル、98はCPU、99は安定化電源回路である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

特願平10-224051号で出願している永久磁石式発電機は、円環状の永久磁石の外周面に磁極を持った回転子を有し、その回転子磁極と対向できる位置に固定子磁極が円周外面に並べられており、その各固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている磁極歯を持っている。その永久磁石式発電機の出力を大きくするために、使用している永久磁石としては保磁力と残留磁束密度のできるだけ大きなもの、好ましくは異方性の焼結NdFeB磁石を用いている。また各磁極歯に巻

いているコイルも合計で6000ターンと多いものである。

【0014】

しかし、回転子を回転させるのにフロッピーディスクドライブの回転をそのまま用いているために通常300rpmと回転が小さい。そのために、磁気特性の優れた焼結NdFeB磁石を回転子永久磁石として用いているにもかかわらず出力はせいぜい20mWであった。

【0015】

本発明者等は大きな出力を得ることを種々検討したが、特願平10-224051号に示している発電機では回転子の回転数を増やす以外には出力を大幅に向上することが出来ないことが判明した。これは、まず使用している回転子永久磁石の個々の磁極面積が小さいために磁極歯に入る磁束が少ないということと、回転子永久磁石の磁極からの漏洩磁束が大で、磁気シールドを付けて漏洩磁束による周囲への悪影響を防ぐ必要があるが、そうすると磁束損失が大きくなって有効磁束量が減少するためである。

【0016】

そこで、本発明は上記した欠点を軽減あるいは解消し、発電出力の大きな薄型（アスペクト比（厚さ t ／対角線長さ d ）：6%以下）の永久磁石式発電機を提供することを目的としている。

【0017】

本発明の他の目的は磁極歯の厚さを厚くし、磁気空隙を小さくして磁気回路の磁気抵抗を小さくして永久磁石のパーミアンス係数を大きくすることによって永久磁石の出力を十分に活用できる薄型永久磁石式発電機を提供することである。

【0018】

本発明の更に他の目的は本質的に磁気漏洩の少ない薄型永久磁石式発電機を提供することである。

本発明の更なる目的は丈夫な薄型永久磁石式発電機を提供することである。

【0019】

本発明は上記薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクセットを提供することも目的としている。

【0020】

また本発明では、フロッピーディスクドライブの回転数そのままでも十分な出力を得ることのできる薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクセットを提供することは他の目的である。

【0021】

また、本発明の更に他の目的は、メモリーカード挿入スペースがこの永久磁石式発電機と隣接して設けられていても永久磁石式発電機からの漏洩磁束がそこに挿入されるメモリーカードに悪影響を与えることのない本質的に磁気漏洩の少ない薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクセットを提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明のディスクセットに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機は、
回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板と、その円板の一方の端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石は円板とは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、

前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともに、その中間部にコイルが巻回されている、固定子とを有するとともに、

発電機厚さ／対角線長さの比が6%以下であることを特徴とするものである。

【0023】

前記本発明の薄型永久磁石式発電機において、

前記円板状回転子は、回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心に固定された円板リング状永久磁石を有し、その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、

円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブ

によって磁氣的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用する。

【0024】

前記薄型永久磁石式発電機において、前記軟磁性体円板状ハブ外周が前記円板リング状永久磁石の外周から0.3mm以上突出していることは、ハブ外周から外方への磁気漏洩を防ぐ上から好ましいことである。また、前記各磁極の回転子磁極と対向する側の端部が前記円板リング状永久磁石の中央開口へ半径方向内方に0.3mm以上突出していることは、固定子磁極側端部から外方への磁気漏洩を防ぐ上から好ましいものである。固定子磁極と対向していない回転子永久磁石の固定子側端面が軟磁性体片で覆われていることは、永久磁石から固定子磁極背面への磁気漏洩を防ぐ上から好ましいものである。

【0025】

前記薄型永久磁石式発電機において、前記各磁極歯の固定子磁極の間隙が0.3～1.0mmであることは、永久磁石の磁束を有効に固定子コイルと交錯させるので、発電機出力を上げるために有効である。

【0026】

前記薄型永久磁石式発電機で、複数の磁極歯の各々は、固定子磁極から半径方向外方に延びており、その固定子磁極を持つ部分と固定子コイルの巻回されている部分との間に段差を持つ、すなわち固定子の磁極歯は磁石と対向する部分と、固定子コイルが巻回される中間部分とに段差を有する様に折り曲げる、または段差を有する様に別部材を組み合わせて成ることが良い。段差を持つように折り曲げた場合、その部分に傾斜部を有していて、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して30～60°の角度であることが好ましい。

【0027】

このように磁極歯に段差を付けることによって、コイルを巻くスペースを確保できるので、発電機の厚さを厚くしなくとも、必要とするコイルを磁極歯に巻くことが出来て、十分に大きな発電機出力を取り出すことができる。

【0028】

本発明に用いる永久磁石としては、SmFeN磁粉あるいはNdFeB磁粉を

含むボンド磁石、あるいは焼結NdFeB磁石であることが好ましい。特に、NdFeB磁粉を含むボンドNdFeB磁石であることが好ましい。

【0029】

本発明の薄型永久磁石式発電機において、前記軟磁性体円板あるいは円板状ハブは回転軸の周りに回転することができるように転がり軸受けによって支えられていることが好ましい。前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分の硬度をHRC35以上としているのが好ましい。また、前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分にU字溝をつけていることがよい。

【0030】

本発明の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクットは、
磁気ディスク形状をしたディスクットケースと、

その内部に設けられ、外部駆動機構によって駆動させられる軟磁性体円板状ハブと、そのハブの一方端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石はハブとは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、

前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともにその中間部に固定子コイルが巻回されている、前記ディスクットケースに固定された固定子とを有するとともに、

発電機厚さ／対角線長さの比が6%以下である薄型永久磁石式発電機を有することを特徴とするものである。

【0031】

前記本発明の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクットにおいて、
前記円板状回転子は、

回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心円に固定された円板リング状永久磁石を有し、

その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした

複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、

円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁氣的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用しているのがよい。

【 0 0 3 2 】

前記において、回転子永久磁石の磁化方向厚みがディスク厚みの10%以上30%以下であり、磁石と固定子磁極間の空隙がディスク厚みの2%以上15%以下であることが好ましく、5%以上15%以下であることがより好ましく、具体的には磁石の磁化方向厚みは0.3～1.0mm、磁石と固定子間の空隙は0.07～0.5mmであることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

本発明の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスクにおいて、ディスクケース内に前記永久磁石発電機と隣接してメモリーカード挿入スペースがあるとともに、前記磁極歯の固定子磁極を持っている側にある永久磁石式発電機の端面は永久磁石回転子に対して前記メモリーカード挿入スペース側にあることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

すなわち本発明の薄型永久磁石式発電機では、回転子永久磁石として円板リング状のものとすることができて、その一方の端面に回転子磁極を設けているので回転子磁極の面積が大きくなって、磁束量が多くなっている。また、回転子永久磁石の一方端面のみにすべての固定子磁極を配置するようにしているので、固定子磁極を持つ磁極歯を厚くすることが出来て、その断面積を大きくできる結果、発電に寄与する有効磁束量が多くなる。更に、回転子永久磁石の他端面に軟磁性体ハブを接合しているので、永久磁石はハブと磁極歯で挟まれていることになって、永久磁石から外部への（例えば、隣接して設けられているメモリーカード挿入スペースやディスクケース外部への）漏洩磁界を少なくしている。これらの結果として、発電に寄与する有効磁束量が多くなって、大きな発電出力を得ることができる。そのために従来3V、20mWの出力であったものが、5V、40mW以上となった。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の永久磁石式発電機を組み込んだディスクットの構造をまず説明する。ここでは最も広く用いられている 3.5" フロッピーディスクドライブに取り付けられる構造をしたディスクットを用いて説明するが、それ以外のサイズあるいは構造をしたディスクットについても応用できることは以下の説明から明らかとなるであろう。3.5" ディスクット（通常、3.5" フロッピーディスクと呼ばれているもの）1 は、図 1 に平面図（底面図）で示している構造をしており、その大きさは長さ 94 mm、幅 90 mm、厚さが 3.5 mm のプラスチックケースとなっている。この裏板（カバー 14）を取り除いた状態の平面図を図 2 に示している。ケースの一端に入出力用の磁気ヘッドと電磁接触をするための開口 13 がある。ケースの略中央部にフロッピーディスクドライブの駆動シャフトの回転を伝えられるようになっているハブ 11 がある。このハブは、フロッピーディスクの場合、これと同軸に磁気記録ディスクが取り付けられており、回転できるようになっているものである。図 1、2 に示しているディスクット 1 は、メモリーカードの入出力装置として使われるものなので、メモリーカードを挿入できるスペース 15 があり、またメモリーカードとの間で情報をやり取りするためのカードコンタクト端子 16 が設けられている。

【 0 0 3 6 】

このディスクットとフロッピーディスクドライブの磁気ヘッドとの間で情報のやり取りをするための入出力ターミナル 17 が、磁気ヘッドが入り込むために開けられた開口 13 のところに設けられている。入出力ターミナル 17 とカードコンタクト端子 16 の間で情報を処理するために必要により CPU 18 が設けられている。永久磁石式発電機 2 は CPU 18 の駆動およびカードコンタクト端子 16 などの駆動用電源として用いられるが、発電機からの出力電力にはリップル等を含んでいることがあり、整流と安定化を必要としており、安定化電源回路 19 がディスクット内に設けられた発電機 2 の出力ラインに組み込まれている。

【 0 0 3 7 】

ディスクットのハブ 11 がフロッピーディスクドライブの駆動シャフトと係合

して、駆動シャフトが回転したときに、永久磁石式発電機2の回転子21が回転させられる。3.5"フロッピーディスクドライブの場合通常はその回転数は300rpmである。このようにハブ11がフロッピーディスクドライブの駆動シャフトと係合するので、ハブ11の駆動シャフトとの係合部の構造は通常のディスクレットのハブの構造と同じにしておくことが好ましい。

【0038】

メモリーカードとしては、ICカードや通常の磁気カードのように、クレジットカードと同じサイズをした長さ85mm、幅54mm、厚さ0.8mmのものをを用いることができる。またスマートメディアと呼ばれているものも用いることができる。

【0039】

図1に示すように永久磁石式発電機とメモリーカード挿入スペースとが平面的には重なっているので、ディスクレットが3.5"ディスクレットと同じ大きさをしているとするとその厚さは3.5mmなので、ディスクレットのケースカバーに必要とする厚さ0.2mmが2枚とすると、永久磁石式発電機の厚さを2.3mm程度にする必要がある。

【0040】

ICカードよりも小さなスマートメディアをメモリーカードとして用いる場合は、メモリーカード挿入スペース15と発電機とは重ならないようにすることができるので、発電機の回転軸方向厚さを3mm程度まで厚くすることができる。

【0041】

もちろん、ディスクレットの形状が3.5"ディスクレットよりも少し厚くなる場合、たとえば4.0~4.5mmになれば、発電機に許される厚さは3.5~4.0mmとすることができる。

【0042】

本発明の一実施態様による永久磁石式発電機を組み込んだディスクレット1においては、ディスクレット1のほぼ中央にハブ11が、またそのハブを中央部に持った永久磁石式発電機2がディスクレット内に組み込まれている。永久磁石式発電機の平面図（ハブ11側から見た図）、断面図及び底面図（ハブ11と反対側から

見た図)を各々図3、4、5に示している。ここで断面図図4は図1、2の部分断面図にもなっていて、ディスクのカバー14及びメモリーカード挿入スペース15などが示されている。発電機2の回転子21は、ハブ11の一方の端面に固定されていて、ハブ11とともに回転するようになっている。発電機の回転子21はその回転軸の周りに回転できるようになった円板リング状の永久磁石212を持っている。円板リング状の永久磁石212はその軸方向ただ一方端面上に円周方向に並べられた複数の回転子磁極を有し、これら回転子磁極は円周方向に交互に違った極性をしている。好ましい実施態様の円板リング状永久磁石212の斜視図を図6に、上平面図を図7に、底面図を図8に示している。この円板リング状永久磁石212は、図6、7、8に示すように、軸方向に交互に反対方向に磁化されていて、円板端面上で円周方向に隣り合っている磁極が交互に違った極性をしている。すなわち、円板リング状永久磁石212はその一方の端面に図7に示すように図の上から右回りにN、S、N、S……の極性をした磁極を持ち、その他方の端面には図8に示すように図の上から右回りにS、N、S、N……の極性をした磁極を持つ。ハブ11は好ましくは軟磁性体で円板状に作られているので、「軟磁性体円板状ハブ」と呼ぶことがある。円板リング状永久磁石の一方の端面上にハブ11が固定されており、円板リング状永久磁石のその一方の端面上の磁極同士を磁氣的に結合している。円板リング状永久磁石の他方端面上にある磁極のみが回転子磁極として働く。

【0043】

3. 5" ディスケット内に組み込むことのできる永久磁石式発電機2は、上に述べたように厚さが2.3mm程度である。その大きさは最大でも幅が84mm、長さが34mmである。3.5" ディスケットの幅90mmから、そこに組み込むことのできる永久磁石式発電機の最大幅が決まってくるので、その最大幅は84mmとなる。また、ハブ中心から開口13の中央側端までの距離が約17mmなので、ハブと共に回転する回転子21を持っている永久磁石式発電機2の片側長さも17mm以内にする必要があり、その最大長さは34mmである。この永久磁石式発電機2の対角線長さdは最大でも90mmなので、その場合のアスペクト比(厚さt/対角線長さd)は約2.5%である。永久磁石式発電機の幅

と長さをより小さくすることができるが、対角線長さで40mm以下とすることは必要とする出力の観点から不可能なので、最大アスペクト比は6%である。

【0044】

本発明の好ましい実施態様によれば、軟磁性体円板状ハブ11の一方端面に同心に円板リング状永久磁石212が固定されていて、回転子21を構成している。回転子21は外部駆動機構すなわちFDDの駆動シャフトと係合して回転軸の周りに回転させられるので、図4及びその要部を拡大して示す図9にあるように、ハブ11に駆動シャフトとの係合部111を持っている。係合部111はハブ中央に設けた中心穴112と、ハブ面でその中心穴から約9mm離れた位置にある凹穴113から構成されている。FDDの駆動機構にはスピンドルモータに付いているセンターシャフトの中心から約9mm離れた位置に4mm径の引っ掛けピン（突出量0.5mm）が付いている。ハブ中央に設けられた中心穴112にセンターシャフトが嵌合する。また引っ掛けピンはハブ面でその中心から偏芯している凹穴113と嵌合して、スピンドルモータの回転を回転子21に伝える。

【0045】

ハブ11の厚さを0.6mm程度にしているので、凹穴113はハブに設けられた通孔としておいて、この通孔に続いた凹穴を円板リング状永久磁石212のハブとの接合面に設けて、外部駆動機構の引っ掛けピンが凹穴113にはまっても、永久磁石をピンで押し付けないようにしておくことが望ましい。永久磁石に凹穴を開けておくと、凹穴内面が凹穴の開口を通して外部に曝されることになるので、永久磁石212の凹穴底面に軟磁性体からなる底板114を接着しておくことが、磁気漏洩を防ぐ上から好ましいことである。

【0046】

中心穴112の中心から半径方向に9mm離れた位置に4～5mmの凹穴113を設けるためには、ハブ11及び永久磁石212の外径は少なくとも24mmあることが好ましいことになる。

【0047】

FDDの磁気ヘッドが入り込むために開けられているディスクの開口13と永久磁石式発電機が干渉しないためには、永久磁石式発電機の外径は大きくと

も 3 4 mm としておく必要があるので、それに伴ってハブ 1 1 や永久磁石 2 1 2 の外径は 3 4 mm 以下にしておく。

【 0 0 4 8 】

本発明の永久磁石式発電機においては、図 3, 4, 5 及び図 9 に示しているように、軟磁性体円板状ハブ 1 1 の一方端面上に、円板リング状永久磁石 2 1 2 がハブと同心に固定されている。また、ハブ 1 1 は永久磁石 2 1 2 の外径よりも少し大きくなっていて、ハブ外周が永久磁石の外周から好ましくは 0. 3 mm 以上、より好ましくは 0. 5 mm 以上突出している。ハブの一方端面が発電機外面に出ているので、ハブ外周から発電機の外への磁気漏洩を少なくすることが好ましい。ハブ外周から外側への漏洩磁束密度 (G) と永久磁石外周からハブ外周が突出している寸法 (mm) との関係は図 1 0 に示すように、0. 3 mm 以上の突出量で漏洩磁束密度は半分以下となり、0. 5 mm 以上で最小となる。

【 0 0 4 9 】

以上の説明から明らかなように、ハブや永久磁石の外径は 2 4 ~ 3 4 mm であり、永久磁石外径はハブ外径よりも 0. 6 mm 以上 (半径で 0. 3 mm 以上) 小さくしておくことが好ましい。

【 0 0 5 0 】

発電機の固定子 2 2 は複数の磁極歯 2 2 1 を有し、各磁極歯 2 2 1 はその一端に回転子磁極と軸方向空隙を介して対向することができる位置に固定子磁極 2 2 2 を持つ。そこで、図 3 ~ 5 に示すように、磁極歯 2 2 1 の固定子磁極 2 2 2 は円板リング状永久磁石 2 1 2 に関してハブ 1 1 と反対側端面にある。すなわち、円板リング状永久磁石 2 1 2 の一方端面にある複数の磁極は互いに軟磁性体円板状ハブ 1 1 によって磁氣的に連結されていて、円板リング状永久磁石 2 1 2 の他方端面にある複数の磁極は固定子磁極 2 2 2 と対向するかあるいは固定子磁極 2 2 2 と対向することが出来るようになっている。

【 0 0 5 1 】

固定子磁極 2 2 2 の極ピッチは回転子磁極の極ピッチと同じであるが、隣り合う固定子磁極同士の間隔は磁極の幅に応じて変わってくる。固定子磁極幅が広いほど回転子磁極から出てくる磁束を有効に磁極歯内に導くことができるが、磁極

歯間での磁気漏洩も多くなる。そこで、固定子磁極間の間隙を 0.3 mm ~ 1.0 mm 程度にすることが好ましい。

【0052】

その複数の磁極歯 221 は他端部で互いに軟磁性体バックヨーク 223 によって結合されている。図 1 ~ 5 から明らかなように、回転子 21 の左側には 7 本の磁極歯 221 が設けられ、右側には 4 本の磁極歯 221 が設けられていて、左及び右側の磁極歯グループは、各 1 本の軟磁性体バックヨーク 223 によって磁気的に結合されている。このように磁極歯 221 を左右のグループに分けることによって、永久磁石式発電機 2 の輪郭をほぼ長方形とすることができる。このことによって、永久磁石式発電機 2 の輪郭と入出力ターミナル 17 やカードコンタクト端子 16、その他の電子機器と干渉することを防ぐことが出来ている。発電機ハウジング 23 によって回転子 21 と固定子 22 は保持されて、このハウジング 23 はディスクカバー 14 に固定されている。

【0053】

その複数の磁極歯 221 は一端と他端との中間部に固定子コイル 224 が巻回されている。固定子コイル 224 は直列あるいは出力位相を調整して合計出力を取り出すことが出来るように接続されているが、その結線の方法は当業者には明らかなので説明は省略する。

【0054】

本発明の永久磁石式発電機では、図 4、図 9 に示すように、磁極歯 221 と回転子永久磁石 212 が小さな軸方向空隙を介して対向しているので、転がり軸受け 26 によって固定子と回転子間を支えて、スラスト荷重に対して、この空隙寸法を維持している。

【0055】

磁極歯 221 の先端すなわち固定子磁極を持つ側の磁極歯先端はブッシュ 25 に固定されて位置決めされており、このブッシュ 25 とハブ 11 の間に転がり軸受け 26 が設けられている。大きなスラスト荷重が掛かっても転がり軸受けによって回転子は容易に回転することができる。転がり軸受けのボールが接触するハブ面とブッシュ面は摩耗を防ぐために HRC 35 以上の硬度にしておくことが好

ましい。ハブの材料としては例えば磁性ステンレス鋼を表面窒化処理した材料や焼き入れした炭素鋼（J I S S 4 5 C）などがよい。ブッシュ25の磁極歯先端に近い部分は非磁性にする必要があるので、ベリリウム銅材、非磁性ステンレス鋼などにすることが好ましい。またハブ面で転がり軸受けのボールが接触回転する部分にU字溝115を設けておくと、軸受けとハブの相対位置が固定される。

【0056】

円板リング状永久磁石212は転がり軸受け26及びそのリテーナとの干渉を防ぐために、12mm以上の内径を持つ必要がある。また、磁極歯の磁極側先端は円板リング状永久磁石212の中央開口に半径方向内方に好ましくは0.3mm以上、より好ましくは0.5mm以上突出している。0.3mm以上突出していることで永久磁石から磁極歯先端の後への漏洩磁束を半分以下にすることができる。また0.5mm以上突出していると漏洩磁束を最小にすることができる。

【0057】

永久磁石式発電機2の断面図を示す図4にあるように、各磁極歯221はその中央部で回転子軸方向に段差を持ったほぼS字状の長さ方向断面を持つ。これによって、各磁極歯221はその固定子磁極222を持つ端部では発電機底面に位置していて、固定子コイル224を巻回した中間部及びバックヨーク223と結合している他端部では発電機厚さ方向中央に位置している。この構造を取ることによって、ハブ、永久磁石、磁気空隙及び磁極歯の厚さを合計した厚さが、固定子コイルの厚さ（磁極歯に固定子コイルを巻いてあるので、磁極歯厚さを含めてほぼ2.0mm）に近いものとすることができる。

【0058】

磁極歯中央部に段差を付けるのに、段差のところに傾斜部を設けておき、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して30°～60°の角度とするのがよい。角度が大きくなりすぎると、折り曲げ部の断面積が小さくなって、磁気抵抗が極端に増えるおそれがある。

【0059】

この場合、ハブ厚さを0.8mm、永久磁石厚さを0.5mm、磁気空隙の大きさを0.2mmとすると、磁極歯の厚さを0.8mm程度にすることが出来て

、合計の厚さが2.3mmとなる。固定子コイル部分でも固定子コイル厚さ2.0mm、発電機ハウジングの厚さ0.3mmとすると合計で2.3mmとなる。このようにして、発電機部分の厚さをディスクケースの裏板側端面から2.3mm以内に収めることができる。

【0060】

ここで、厚さ0.8mmの磁極歯221を用いた場合にその磁極歯が回転子永久磁石から発生する磁束を通すことが出来ることを検証する。

【0061】

回転子永久磁石の磁極数をN、外半径をR、内半径をr、1極当たりの面積をSR、作動点の磁束密度をBd、磁気空隙の平均磁束密度をBgとにおいて、磁極歯の厚さをt、1極の歯幅をWs、飽和磁束密度をBsとしたときに、すべての空隙磁束が磁極歯を通ることが出来るためには次の条件が成立しなければならない。

$$SR \cdot Bg - (\text{漏洩磁束}) \leq Ws \cdot t \cdot Bs$$

ここで漏洩磁束を無視すると、

$$SR \cdot Bg \leq Ws \cdot t \cdot Bs \text{ である。}$$

【0062】

回転子永久磁石の回転子磁極の表面磁束密度（すなわち磁気空隙の磁束密度）分布がサインカーブになっているとすると、作動点の磁束密度Bdと磁気空隙の平均磁束密度Bgの間には $Bg = 2/\pi \cdot Bd$ の関係が成立する。

これらの式から、

$$SR \cdot 2/\pi \cdot Bd \leq Ws \cdot t \cdot Bs$$

となり、更に

$$Ws \doteq 2\pi R/N$$

なので、

$$\pi/N \cdot (R^2 - r^2) \cdot 2/\pi \cdot Bd \leq 2\pi R/N \cdot t \cdot Bs \quad \text{から、}$$

$$Bd \leq \pi R t / (R^2 - r^2) \cdot Bs$$

となる。

【0063】

回転子永久磁石212として図3、4に示すように3.5"フロッピーディスクのハブ11と略同じ外径をしたものすなわち外半径が12mmとして、その内半径を6mmとする。磁極歯として通常の軟鉄を用いるとその飽和磁束密度 B_s は1.5T以上であり、電磁軟鉄では2.2T以上なので、 B_s を1.7Tとおく。また、磁極歯厚さ t を上例と同じ0.8mmとする。これらの数字を上式にいれると、

$$B_d \leq \pi \cdot 12 \cdot 0.8 / (144 - 36) \cdot 1.7 = 0.47 \text{ (T)}$$

となるので、作動点の磁束密度が0.47T以下の場合、すべての磁束を磁極歯の中に通すことができる。磁気回路には磁気漏洩が少なくとも数10%あるとともに、磁気抵抗もあるので、作動点の磁束密度が0.6T程度までの時はすべての磁束を磁極歯の中を通すことができることがわかる。

【0064】

このように本発明で用いている磁極歯は磁気抵抗が小さく、磁束を通しやすい。これらの磁極歯の中間に固定子コイルが巻回されているので、永久磁石回転子の回転に伴う磁束の変化を固定子コイルが無駄なく拾うことができるので発電機として発電出力の大きなものとすることができる。

【0065】

固定子22の磁極歯221、バックヨーク223はともに軟磁性体で作られている。飽和磁束密度 B_s が大きいことは、部品の断面積を小さくして、発電機全体の大きさを小さくする上から好ましいことなので、飽和磁束密度 B_s が1.2T以上、好ましくは1.5T以上の軟鉄、電磁軟鉄、圧粉磁芯、4~6%Siを含む珪素鋼板あるいは炭素含有量が0.05質量%以下の低炭素鋼を加工後に熱処理をして歪みを取った（磁性焼鈍をした）ものを固定子の磁極歯に使うことができる。しかし、バックヨークは磁極歯程多くの磁束が通らないので、炭素含有量が0.6質量%以下の低炭素鋼を用いることができる。

【0066】

回転子21に用いている永久磁石212としてはセグメント状の永久磁石、直方体の永久磁石、円板状の永久磁石を用いることができる。しかし、図6~8に示しているような、円板リング状の永久磁石が好ましい。この永久磁石212は

ハブ 1 1 の一方の端面に接着剤などで固定されている。永久磁石は、回転軸方向に適当な長さ、すなわち厚さを持っている。3.5" ディスケットに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機の厚さは2.0~2.5 mmなので、永久磁石は厚くとも1.0 mmであり、0.3~1.0 mmで使用することができるが、好ましくは0.3~0.8 mmである。すなわち、永久磁石の磁化方向厚みは、ディスク厚みのほぼ10%以上30%以下、好ましくはほぼ10%以上23%以下である。磁気空隙での磁気抵抗を小さくするためには、磁石と固定子磁極間の空隙はディスクの厚みの2%以上15%以下、より好ましくは5%以上15%以下である。しかしこの寸法は使われるディスクの寸法や、一緒に組み込まれる機器の構成によって変わってくることは明らかである。

【0067】

円板状永久磁石 2 1 2 の磁化方向厚さができるだけ厚いことは起磁力の観点からは望ましいことである。しかし、一方の端面に軟磁性体片例えば軟磁性体からなるハブ 1 1 を接着してその端面上の磁極間を磁氣的に短絡していると永久磁石の実効的な磁極間距離が長くなる。

【0068】

永久磁石の特性としては回転子磁極表面に沿った磁束密度分布がほぼサインカーブをしていることが好ましい。この磁束密度分布は磁化した回転子永久磁石の磁極表面に沿ってガウスメータなどで測定することができる。固定子と回転子とを組み合わせ、固定子上にガウスメータのプロブを置いて、回転子を回転させることによって、閉磁路での磁束密度分布を測定することができる。固定子を用いないで測定したものが開磁路での磁束密度分布である。

【0069】

磁束密度分布がほぼサインカーブをしている場合は、回転子の磁極間での磁束密度の急峻な変化がないので回転子のコギングトルクが小さくなる。隣り合った磁極上でその中心付近が最も強く磁化されてそこから離れるに従って徐々に弱くなり、異極性の二つの磁極間中心に磁化反転点（磁束密度の径方向成分がほぼゼロのところ）があるように磁化されて、磁束密度分布はほぼサインカーブをしていることである。固定子磁極と回転子磁極との吸引力がこの磁力によって決めら

れるために、サインカーブ状となっている磁束密度分布によってコギングトルクを小さくすることができる。

【 0 0 7 0 】

磁極歯の磁極を回転子磁極と同時に対向させたとき、図 5 では回転子磁極のうちの数極は磁極歯（固定子）磁極と対向しないことになる。固定子磁極と対向していない回転子磁極と対向する位置には図 5 にあるように、軟磁性体片 2 2 8、2 2 8' が設けられている。軟磁性体片 2 2 8 と回転子永久磁石との位置関係をわかりやすくするために、図 5 の 1 1 - 1 1 線に沿った拡大断面図を図 1 1 に示している。軟磁性体片 2 2 8 は、回転子磁極 S 2 1 3 と回転子磁極 N 2 1 4 との間から始まって、回転子磁極 N 2 1 4、S 2 1 5、N 2 1 6、S 2 1 7 と対向して、回転子磁極 S 2 1 7 と回転子磁極 N 2 1 8 の中間まで延びている。軟磁性体片 2 2 8 は 5 つの連続した回転子磁極の中間を結んでいる。軟磁性体片 2 2 8' は回転子磁極 S 2 1 3' と N 2 1 4' の中間から始まって、N 2 1 4' と対向して、N 2 1 4' と S 2 1 5' の中間まで延びて、2 つの連続した中間を結んでいる。軟磁性体片 2 2 8、2 2 8' には、S 極と N 極と対向する面上には軸方向に溝 2 2 9、2 2 9' が各々設けられている（図 1 1 参照）。

【 0 0 7 1 】

固定子磁極が回転子磁極と対向する位置に来たときに固定子磁極と対向していない回転子磁極に対向する固定子内周面には、磁極間をつなぐ軟磁性体片 2 2 8、2 2 8' が設けられている。またこの軟磁性体片 2 2 8、2 2 8' の上には回転子磁極と対向する位置に溝（軸方向に延びた）2 2 9、2 2 9' がある。そこで、回転子磁極が固定子磁極からずれた位置にあるときに、軟磁性体片のところで、回転子磁極は軟磁性体片上の溝の位置からずれて、回転子磁極が軟磁性体片の突出部と近くなるので、回転子磁極間を軟磁性体片が短絡することになる。このとき軟磁性体片が、その突出部に対向している回転子磁極を吸引する。一方、回転子磁極が固定子磁極に対向する位置にあるときには軟磁性体片に設けられた軸方向に延びた溝と回転子磁極が対向することになって回転子磁極のその位置での静止が不安定となって、回転子を軟磁性体片の突出部の方向に動かすように働く。

【0072】

固定子磁極と対向している回転子磁極はその対向している位置に回転子を静止させようとするが、軟磁性体片に付けた溝と対向している回転子磁極はその位置から回転子を動かそうとするので、回転子のコギングトルクが小さくなる。

【0073】

なお、軟磁性体片228、228'が「回転子磁極S213と回転子磁極N214との中間から始まって、………回転子磁極S217と回転子磁極N218の中間まで延びている。」と述べたが、この「中間」という用語は、円板リング状永久磁石の端面に多くの磁極を並べた場合、隣り合った異極性の磁極同士の正確な中間点を必ずしも意味するものではなく、磁極の略中心を除いた周辺部を意味している。ある回転子磁極が、固定子磁極と対向しているときに、別な回転子磁極が軟磁性体片に設けられた溝と対向すれば、溝と対向している位置での吸引力が減少し、その溝の横にある軟磁性体片に回転子磁極が吸引されて回転モーメントが与えられる程度に、軟磁性体片の端が回転子磁極からずれていればよい。

【0074】

磁束密度や保磁力の大きさなどから考えると焼結磁石が好ましく、特に焼結NdFeB磁石がよい。焼結NdFeB磁石とボンドNdFeB磁石の磁気特性は図12に例示するように、ボンド磁石は焼結磁石の2/3程度となっている。

【0075】

上で説明した本発明の実施態様にある永久磁石式発電機の回転子に使っている永久磁石は、発電機に組み込む前のパーミアンス係数は0.8、組み込んだ状態で2.5以上、好ましくは3程度なので、図12のグラフに示す磁気特性を持っている焼結NdFeB磁石では組み込んだ状態での作動点の磁束密度は約0.83T(8300G)、ボンドNdFeB磁石のそれは約0.58T(5800G)である。先に示した磁極歯の断面積を考え合わせると、ボンドNdFeB磁石で十分であることがわかる。焼結NdFeB磁石とボンドNdFeB磁石を比較すると、ボンドNdFeB磁石は製造原価の面や製造のしやすさからもより好ましいものである。

【0076】

焼結NdFeB磁石は、焼結して作られているので、0.5mm程度の厚さのものを作る場合、その2倍以上の厚さの焼結体からグラインダー研磨をして0.5mm厚として、更に内外周を研磨して希望する寸法に仕上げる必要がある。他方、ボンドNdFeB磁石は樹脂バインダーとNdFeB磁粉との混合物をコンプレッションによって所望の大きさをした円板リング状永久磁石を得たり、あるいはこの混合物をロールで圧延して所望の厚さのシートにした後、パンチなどで円板リング状のボンド磁石とすることができるものである。このようにボンドNdFeB磁石は、その磁気特性が本発明に合致している上に、製造の容易さからも本発明に適したものである。

【0077】

本発明の永久磁石式発電機の永久磁石として、NdFeB磁石以外に、(1)窒化物磁石例えばSmFeN磁石、(2)交換スプリング磁石と呼ばれているSmFeNに α 鉄を含む磁石、NdFeBに α 鉄を含む磁石やNdFeBにFe₃Bを含む磁石等、(3)NdFeBやSmFeNなどのHDDR(水素化・分解・脱水素・再結合)磁石、(4)SmCo磁石なども、要求される特性との兼ね合いで使用するすることができる。これらの内で窒化物磁石例えばSmFeN磁石はシート状ボンド磁石として特性が比較的良好なものを得ることができるので、本発明に使用するのに適したものである。ボンドSmFeN磁石のBH減磁曲線上の磁気特性は、図12に示すように、残留磁束密度が0.47T(4700G)程度、保磁力bH_cが300kA/m(37700e)程度である。そのために作動点の磁束密度が0.33T(3300G)程度であり、出力が少し小さくなる。

【0078】

図5～8においては、円板状永久磁石212の端面上に16極の磁極を持ったものを示しているが、本発明においては極数として12～24極とすることが好ましく、16～20極とすることは更に好ましいことである。極数が少ないと、1極当たりの磁束量は大きくなるが、発電機の出力の最も大きくなるのが16～24極である。しかし、極数を多くしていくと、固定子の半径方向に延びた磁極歯間の空間が小さくなる。その上、固定子の製作に困難が伴い、また出力の電圧

波形に歪みが生じるなどの問題があるので、16～20極が最適である。

【0079】

外方向に延びた磁極歯の磁極は、回転子永久磁石の磁極と磁気空隙を介して対向できるように、同じ角度間隔であることが好ましい。

【0080】

【実施例】

本発明の永久磁石式発電機を組み込んだディスクを以下の実験によって更に詳しく説明するとともにその実施条件を明らかにする。

【0081】

実験

図1～9に示している本発明による薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク（本発明）及び図13に示している既出願の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスク（比較例）を作製して、その特性を測定した。これらのディスク及び永久磁石式発電機の仕様は各々表2，3に示す。

【0082】

【表 2】

項目	内容
ディスク	3.5" フロッピーディスク用ディスク
ハブ回転数 (永久磁石回転子回転数)	300rpm
発電機外形寸法	長さ 80 mm×幅 30mm×厚さ 2.3 mm アスペクト比: 2.6%
回転子永久磁石寸法	外径 24 mm×内径 12 mm×厚さ 0.5 mm
永久磁石	ボンド NdFeB 等方性永久磁石(磁気特性を図 1 2 に示す)
回転子磁極数	16 極 円板状永久磁石の端面に磁極が並んでおり、磁気空隙の磁束密度はほぼサインカーブ
固定子材質	冷間圧延鋼板 SPCC、飽和磁束密度 B_s : 1.5T
固定子厚さ	0.8mm
固定子磁極数	計 11 極 左右に各々 7 極と 4 極を付けた対向型で、回転子永久磁石の一方の端面に固定子磁極が対向している図 3~5 に示すときもの
固定子巻線	巻線数 300 回/極、線径: 0.14mm 巻線抵抗: 44Ω (11 極で) 結線: 直列
磁気空隙	0.2mm
パーミアンス係数	3.0

【0083】

【表 3】

項目	内容
ディスク	3.5" フロッピーディスク用ディスク
ハブ回転数 (永久磁石回転子回転数)	300rpm
発電機外形寸法	外径 56mm×厚さ 2.0mm アスペクト比: 3.6%
回転子永久磁石寸法	外径 29mm×内径 25mm×厚さ 2mm ハブの外周に円環状永久磁石を固定している
永久磁石	焼結 NdFeB 極異方性永久磁石(磁気特性は図 1 2 に示す焼結 NdFeB 磁石の特性にほぼ等しい)
回転子磁極数	16 極 円環状永久磁石の円筒外面に円周方向に極性の交互に変わった磁極が並んでおり、磁気空隙の磁束密度はほぼサインカーブ
固定子材質	冷間圧延鋼板 SPCC、飽和磁束密度 $B_s: 1.5T$
固定子厚さ	1.2mm
固定子磁極数	計 11 極 左右に各々 7 極と 4 極を付けた対向型で、回転子永久磁石の外周面に固定子磁極が対向している
固定子巻線	巻線数 300 回/極、線径: 0.14mm 巻線抵抗: 44Ω (11 極で) 結線: 直列
磁気空隙	0.2mm
パーミアンス係数	4.0

【0084】

【表 4】

ディスク		1 極当たりの磁束量	発電出力	漏洩磁界
本発明 (表 2)		10Wb	43mW	0.01T
比較例 (表 3)	シールド板なし	7Wb	30mW	0.03T
	シールド板あり	4.6Wb	20mW	0.01T

【0085】

これらのディスクに用いている永久磁石式発電機について、回転子 1 極当たりの磁束量、発電出力及びメモリーカード挿入スペースへの漏洩磁界強度を測定した結果を表 4 に示している。本発明のディスクでは永久磁石式発電機とメモリーカード挿入スペースとの間にシールド板を付けていないが、比較例のディスクでは永久磁石式発電機とメモリーカード挿入スペースとの間にシールド板を付けていない場合には漏洩磁界が多いので、0.1mm のパーマロイシールド板を付けた場合についても合わせて測定値を示している。

【0086】

この実験から明らかなように、比較例に比べて本発明ではボンドNdFeB永久磁石を用いているにもかかわらず1極当たりの磁束量が増えており、発電出力が大きくなっている。また比較例ではシールド板を用いなければメモリーカード挿入スペースへの漏洩磁界強度が大きいのでそこに挿入されるメモリーカードへの漏洩磁界による悪い影響が生じるものであったが、本発明の場合メモリーカード挿入スペースへの漏洩磁界が小さくなっている。

【0087】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の薄型永久磁石式発電機では、安価なボンド磁石を用いていても発電機の出力を大きくすることができた。そのために、出力40mW以上が確保でき、この発電機を組み込んだディスクは市場の大半を占める5V仕様のICカードに対応したアダプターが実現できた。

【0088】

また、漏洩磁界が小さくなって、メモリーカードなどへの影響及びディスクト周辺への漏洩磁界の影響をなくすことができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施態様による永久磁石式発電機を組み込んだディスクの平面図（底面図）である。

【図2】

図1のディスクで裏板を取り除いた状態の平面図である。

【図3】

本発明に使用している永久磁石式発電機の平面図である。

【図4】

図3の4-4断面図で、図1の4-4断面を部分的に示す図である。

【図5】

本発明に使用している永久磁石式発電機の底面図で、発電機ハウジングの底の部分を取り除いて示す図である。

【図 6】

本発明に使用している円板リング状永久磁石の斜視図である。

【図 7】

本発明に使用している円板リング状永久磁石の平面図である。

【図 8】

本発明に使用している円板リング状永久磁石の底面図である。

【図 9】

図 4 の拡大断面図である。

【図 1 0】

漏洩磁束密度とハブ外周の永久磁石外周からの突出量の関係を示すグラフである。

【図 1 1】

図 5 の線 1 1 - 1 1 に沿った拡大断面図である。

【図 1 2】

本発明に使用している永久磁石の磁気特性図である。

【図 1 3】

既出願の永久磁石式発電機を持ったディスクセットを示し、(a)はその平面図、(b)は 1 3 B - 1 3 B 断面図、(c)は(b)の要部拡大図である。

【符号の説明】

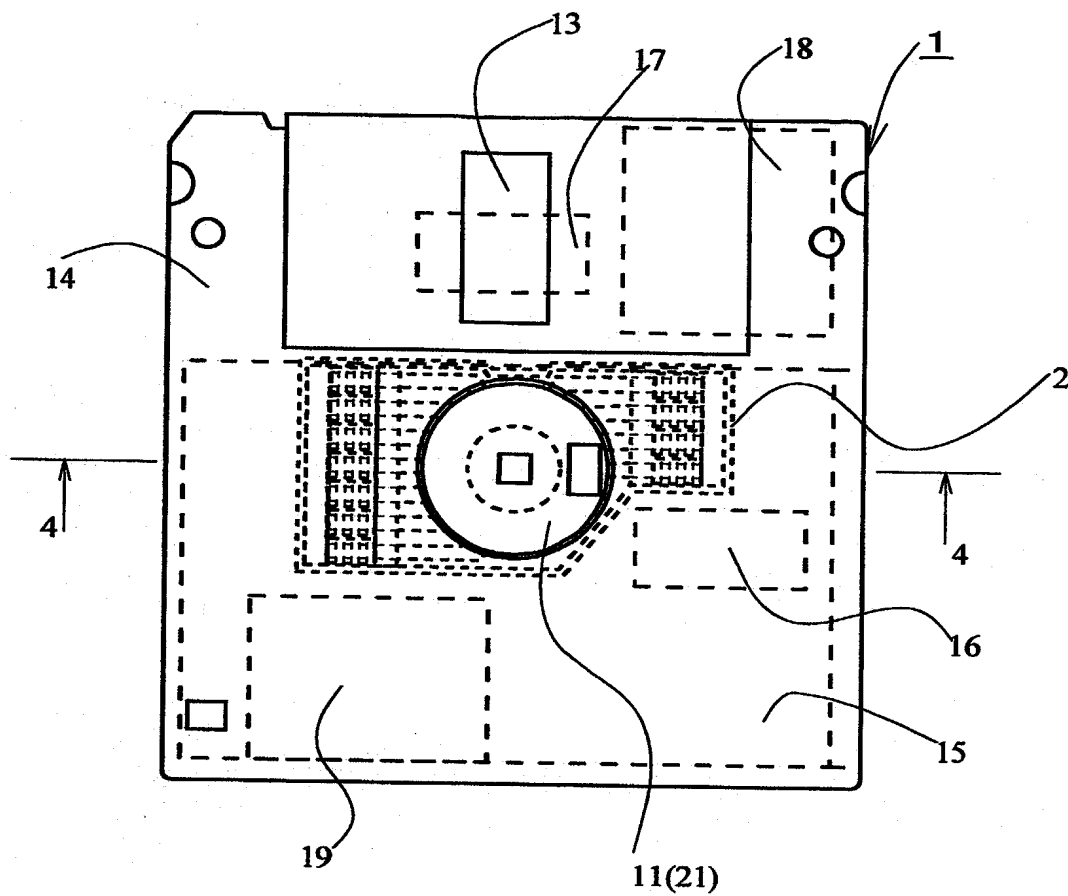
1、9	ディスクセット
1 1、9 1 1	ハブ
1 3	開口
1 4	カバー
1 5、9 5	メモリーカード挿入スペース
1 6、9 6	カードコンタクト端子
1 7、9 7	入出力ターミナル
1 8、9 8	C P U
1 9、9 9	安定化電源回路
2、9 0	永久磁石式発電機

21、91	回転子
212、912	永久磁石
213、214、215、216、217、218、213'、214'、215'	回転子磁極
22、92	固定子
221	磁極歯
222	固定子磁極
223	バックヨーク
224	固定子コイル
228、228'	軟磁性体片
229、229'	溝
23	ハウジング
25	ブッシュ
26	転がり軸受け

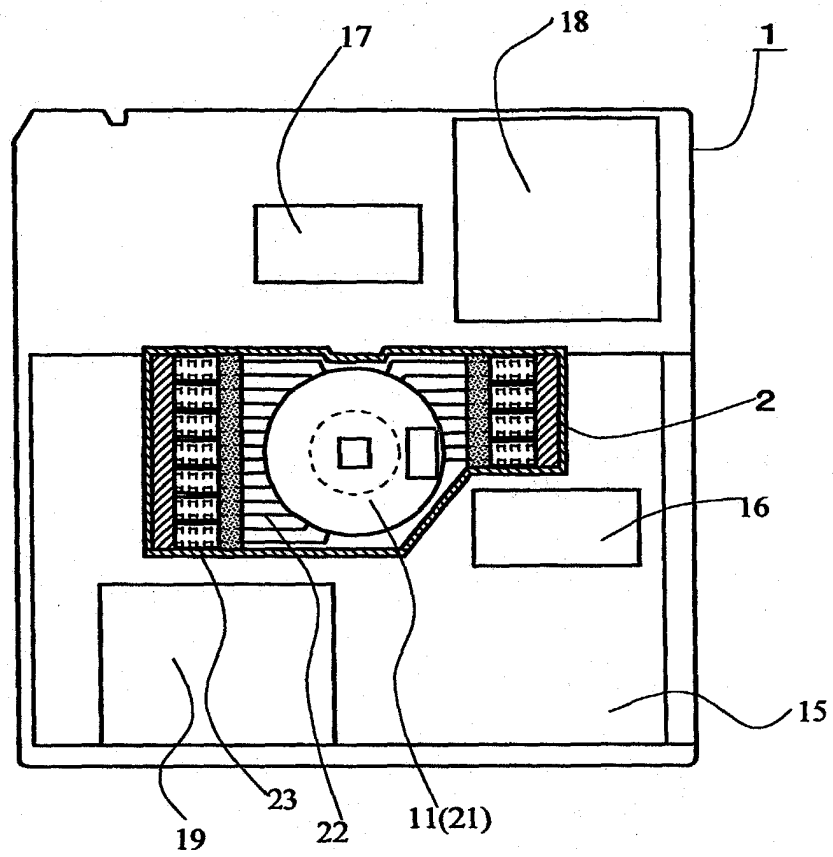
【書類名】

図面

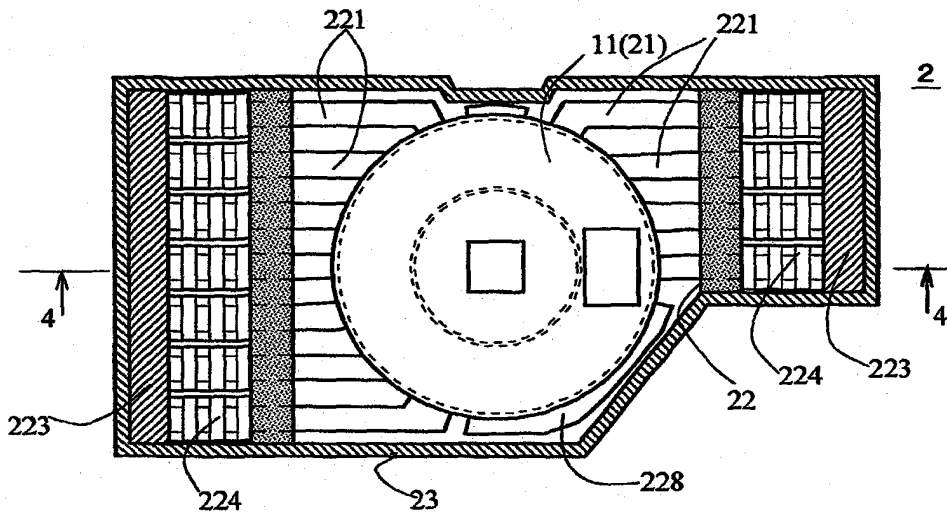
【図 1】



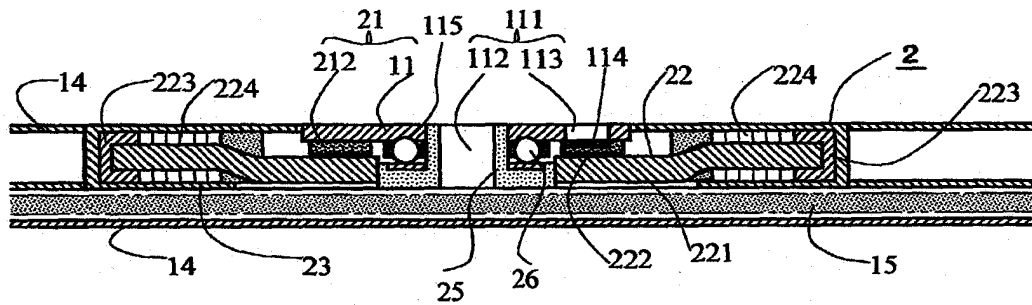
【図2】



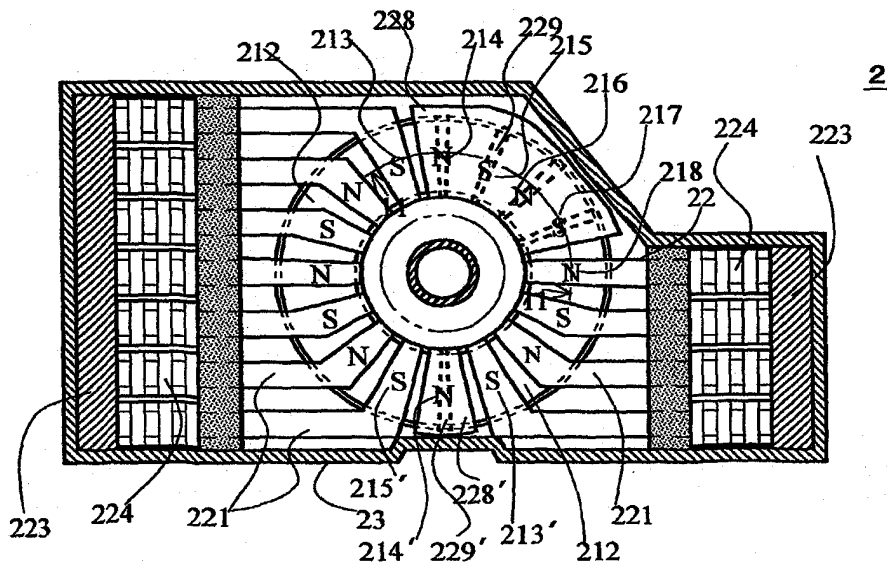
【図 3】



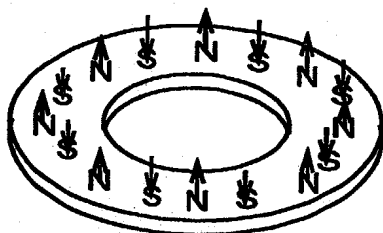
【図 4】



【図 5】

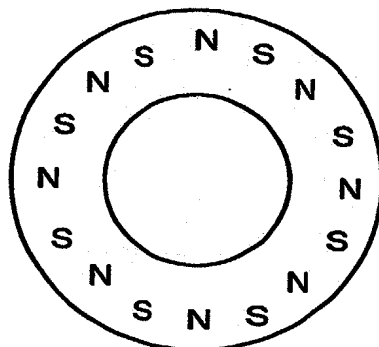


【図 6】



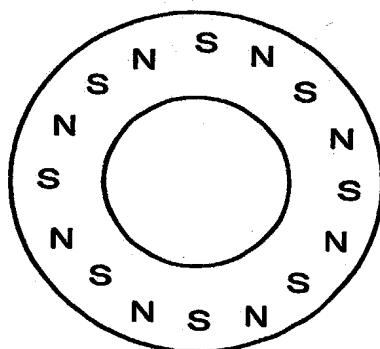
212

【図 7】



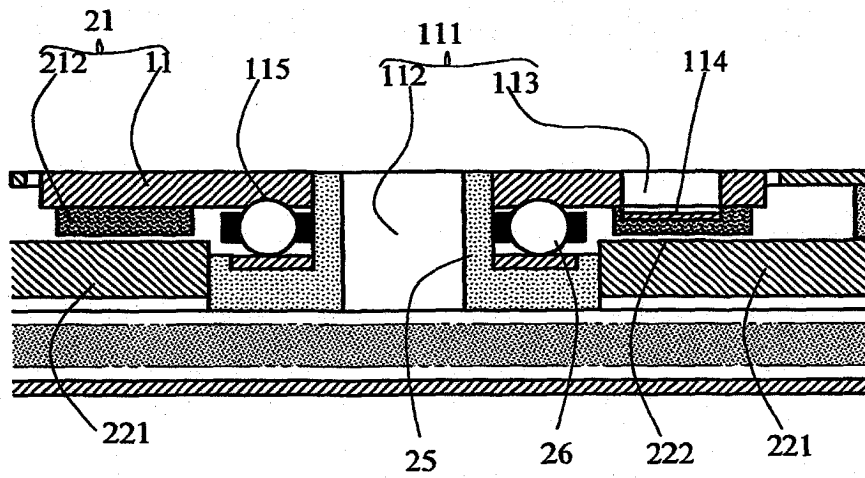
212

【図 8】

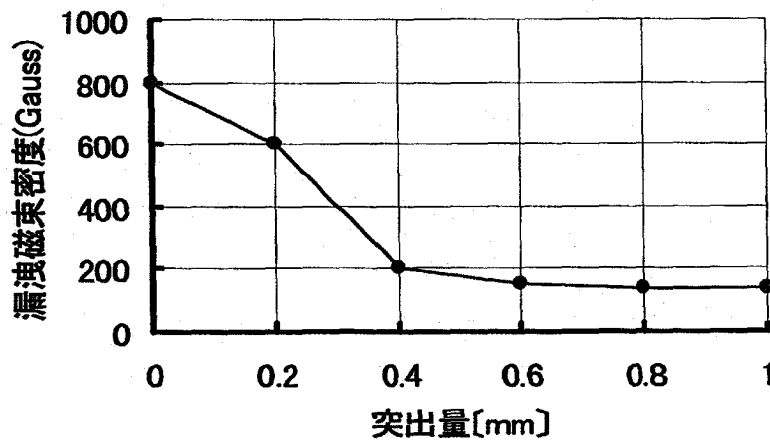


212

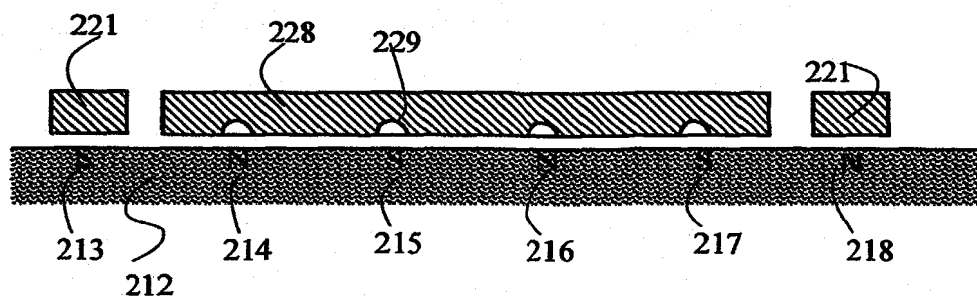
【図 9】



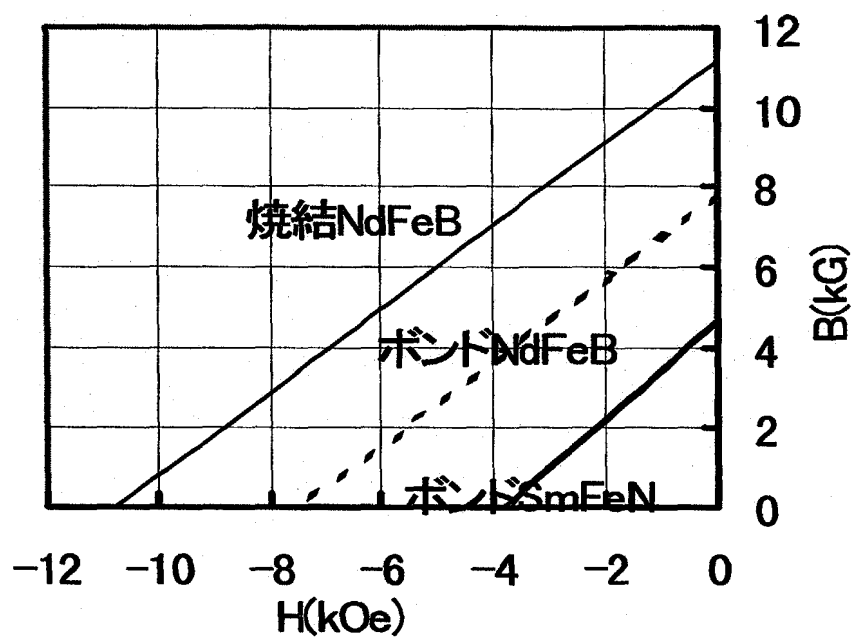
【図 10】



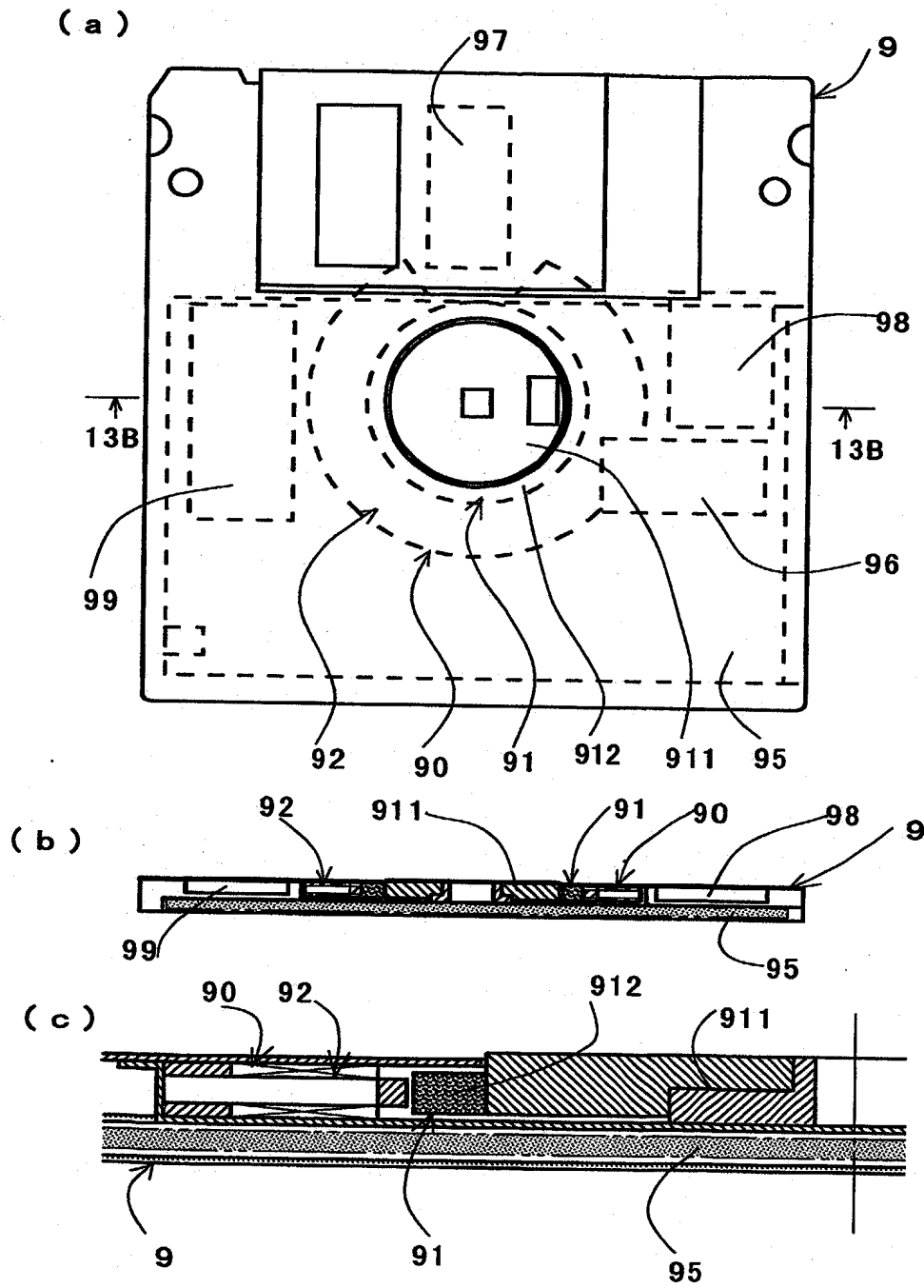
【図 1 1】



【図 1 2】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 メモリーカードの入出力アダプターとして用いることのできる3.5" フロッピーディスク形状をしたディスクセットの中に、永久磁石式発電機を組み込んだもので、その発電機の回転子を300rpmで回転させたときに、40mW以上の発電出力が得られるものとする。

【解決手段】 永久磁石式発電機は、回転子として円板状永久磁石でその一方の端面だけに回転子磁極を設けて、複数の固定子磁極をその回転子磁極と対向するように、永久磁石のその端面側にのみ設け、永久磁石の他の端面には軟磁性体のハブが固定されている構造とする。永久磁石としてボンドNdFeB 磁石を用いても十分な出力が得られる。また、永久磁石をハブと固定子とで挟んでいるので漏洩磁束が少ない。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005083]

1. 変更年月日 1999年 8月16日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目2番1号
氏 名 日立金属株式会社